

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

# **Návrh svařovací linky pro automobilku**

Design of Welding Line for Car Factory

Student:

Jakub Šimíček

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Barbara Hlavatá

Ostrava 2020

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jakub Šimíček**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství  
Téma: **Návrh svařovací linky pro automobilku**  
**Design of Welding Line for Car Factory**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska vybrané problematiky
2. Analýza současného stavu
3. Identifikace úzkých míst a problémů
4. Návrh řešení
5. Zhodnocení a přínos práce

Seznam doporučené odborné literatury:

LIKER, Jeffrey K. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 2004. ISBN 0-07-139231-9.

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.

HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů*. Vydání třetí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Barbara Hlavatá**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020

Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18. května 2020.



.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou\*) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou\*) práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské\*) práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k. jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská\*) práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020



.....

Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce: Jakub Šimíček

Adresa trvalého pobytu autora práce: Bernartice nad Odrou 71, 741 01 Nový Jičín

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ŠIMÍČEK, J. *Návrh svařovací linky pro automobilku: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB–Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2020, 48 s. Vedoucí práce: Hlavatá, B.

Bakalářská práce se zabývá problematikou montáže a svařování plechových dílů pro přední část podlahy karoserie automobilu. Představuje základní díly používané pro montáž karoserie, složení a jednotlivé funkční bloky karoserie. Zabývá se pravidly pro návrh montáže a svařování karoserie a výrobní linky pro karoserie, případným návrhem a optimalizací svařovací linky od prvního pracoviště v úseku přední části podlahy automobilu.

## ANOTATION OF BACHELOR WORK

ŠIMÍČEK, J. *Design of Welding Line for Car Factory: bachelor thesis*. Ostrava: Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering, 2020, 48 pp. Supervisor: Hlavatá, B.

The bachelor thesis deals with the assembly and welding of sheet metal parts for the front part of the car body floor. It represents the basic parts used for body assembly, the composition and the individual functional blocks of the body. It deals with the rules for the design of assembly and welding of the body and production line for the body, exemplary design and optimization of the welding line from the first workplace, in the front section of the car floor.

# Obsah

Seznam použitých značek a symbolů .....	8
Úvod.....	9
1. Teoretická východiska problematiky .....	10
1.1. Typy výroby.....	10
1.1.1. Z hlediska množství kusů, které jsou vyráběny: .....	10
1.1.2. Z hlediska struktury výroby: .....	10
1.1.3. Z hlediska technologického charakteru výroby: .....	11
1.2. Uspořádání výroby.....	11
1.3. Tlak/ Tah.....	12
1.4. JIT .....	14
1.5. Kanban .....	14
1.6. Kapacitní propočty.....	14
1.7. 5S .....	16
1.8. Ergonomie.....	19
1.9. SMED .....	19
1.10. Montáž.....	21
2. Analýza současného stavu.....	24
2.1. Společnost Chropynská strojírna, a.s. ....	24
2.2. Současný stav a koncept zákazníka .....	25
2.3. Rozpad řešené části.....	28
2.4. Popis jednotlivých částí v robotické stanici pro svařování.....	29
2.5. Hlavní technologie ve svařovnách .....	30
3. Návrh vlastní linky .....	31
3.2. Takt linky.....	31
3.3. Přeprava plechu mezi jednotlivými částmi linky.....	33
3.4. Zakládání malých dílů do linky .....	33
3.5. Manipulátor.....	34
3.6. Tunel .....	35

3.7.	Podlaha a prahy .....	39
3.8.	Využití stanic linky .....	43
4.	Závěr .....	44
	Seznam použité literatury .....	45
	Seznam obrázků a tabulek .....	46
	Seznam příloh .....	47

## Seznam použitých značek a symbolů

a.s.	akciová společnost
F <sub>t</sub>	produkční čas
G <sub>i</sub>	pracnost i-tého výrobku
G <sub>p</sub>	pracnost daného představitele
JIT	Just in time
m	množství druhů výrobků, které jsou vyráběny
n <sub>i</sub>	množství i-tého výrobku
N <sub>p</sub>	přepočtené množství kusů představitele
Q	Denní počet karoserií
SMED	Single Minute Exchange of Dies
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
t	čas
THN	technickohospodářské normy
t <sub>i</sub>	pracnost i-tého výrobku
t <sub>p</sub>	pracnost daného představitele



## Úvod

Společnost Chropýňská strojírna, a.s. je českou společností, jež se zabývá výrobou a vývojem svařovacích linek pro přední světové automobilky jako například Volkswagen, Škoda, Opel. Karoserie jsou nedílnou součástí všech automobilů a musí splňovat mnoho funkcí od legislativních až po designové. Z tohoto důvodu je zde kladen velký důraz nejen na funkčnost, ale také na kvalitu a dlouhou životnost po celou dobu používání vozidla.

Karoserie se skládají z mnoha částí a dílů, jejichž množství a složitost je mnohem větší než v minulých letech. To klade mnohem větší nároky nejen z hlediska výroby jednotlivých dílů, ale také z jejich montáže do celku. Díky spolupráci vývojových a výrobních oddělení už od počátku vývoje karoserie se daří navrhovat výrobní linky, které splňují nejvyšší očekávání a efektivitu.

Cílem této bakalářské práce je zanalyzovat koncept svařovací linky pro přední část podlahy karoserie automobilu, provést její analýzu, nalézt úzká místa, případně problémy a nalézt jejich řešení pomocí prvků Lean manufacturing. Po zavedení výše zmíněných prvků by měl být snížen potřebný počet operátorů linky a také zrychlen cycle – time linky. Na navrhované svařovací lince se budou vyrábět právě dva typy karoserie, přičemž tuto skutečnost bude brát práce v úvahu. Dále bude popsán montážní proces a následně možné jeho dílčí úpravy.

# 1. Teoretická východiska problematiky

## 1.1. Typy výroby

Výrobu můžeme dělit podle několika hledisek:

### 1.1.1. Z hlediska množství kusů, které jsou vyráběny:

Výroba hromadná – Je pro ni typické velké množství kusů výrobků, jež je vyráběno, přičemž je vyráběn jeden typ nebo malé množství standardizovaných výrobků. U této výroby, z důvodu častého opakování stejných či podobných výrobních postupů, je často využito k výrobě jednoúčelových strojů a přípravků. Z důvodu specializace pracovníků k jednotlivým pracovním úkonům a jejich častému opakování, není potřeba jejich vysoké kvalifikace.

Výroba sériová – Typickým znakem sériové výroby je produkce stejného druhu produktu při větším vyráběném množství. Produkovaný sortiment je užší a je zvýšena opakovanost výrobních operací. Používají se zde tzv. výrobní dávky (série). K výrobě jsou využita jak univerzální, tak víceúčelová, případně jednoúčelová zařízení.

Kusová výroba – U kusové výroby je vyráběno velké množství druhů výrobku při jednotkovém nebo velmi malém počtu kusů. Při této výrobě z důvodu širokého sortimentu je využíváno univerzálních zařízení, přičemž je kladen vysoký důraz na kvalifikovanost výrobních pracovníků.

### 1.1.2. Z hlediska struktury výroby:

Výroba základní – Je pro ni typická produkce základního typu výrobků (např. automobily, vodní skútry, letadla, montované haly atp.)

Výroba vedlejší – V této výrobě jsou produkovány výrobky, které jsou části, případně slouží jako příslušenství u základní výroby. (např. náhradní díly, světlomety automobilů, baterie mobilního telefonu atp.)

Výroba doplňková – U této výroby je využito volných výrobních kapacit zařízení, kde jsou následně v kooperaci vyráběny další produkty z vedlejší či základní výroby.

Výroba přidružená – Tato výroba se liší hlavně povahou a typem od hlavního výrobního programu dané firmy, či závodu (např. strojírenská výroba v zemědělství, výroba chemie ve strojírenství atp.).

### 1.1.3. Z hlediska technologického charakteru výroby:

Výroba mechanická – U této výroby jsou vstupní produkty - díly, v procesu výroby měněny z hlediska kvality a vzhledu – látková podstata zůstává zachována (např. soustružení, ohýbání, tváření atp.).

Výroba chemická – V chemické výrobě se typicky mění látková podstata vstupní suroviny (např. výroba železa z rudy, výroba paliv, zpracování organických látek atp.).

Výroba biochemická a biologická – Biochemická a biologická výroba je charakterizována změnou látkové podstaty vstupních surovin za pomoci přírodních procesů. Je využita zejména v biochemickém či potravinářském průmyslu (např. výroba jogurtů, výroba ovocných destilátů, výroba piva atp.). [1]

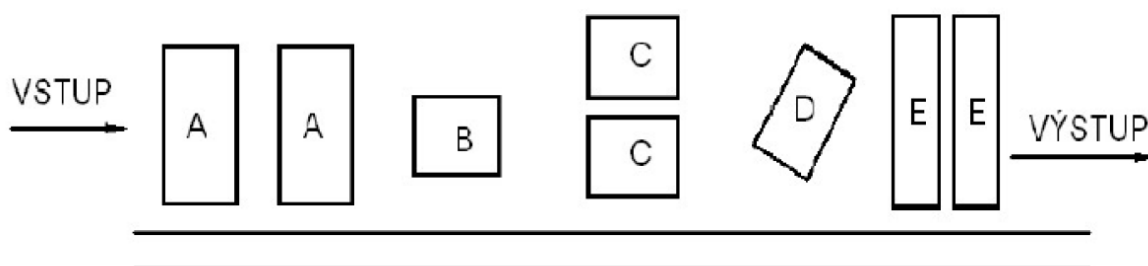
## 1.2. Uspořádání výroby

Výroba může být uspořádána předmětně, buňkově či technologicky.

### Předmětné uspořádání

Toto uspořádání nám řadí operace dle technologického postupu k výrobě daného výrobku. Výrobek se přesouvá od jednoho pracoviště k dalšímu.

- + menší nároky na výrobní prostory
- + méně meziskladů
- citlivost na změnu výrobního programu

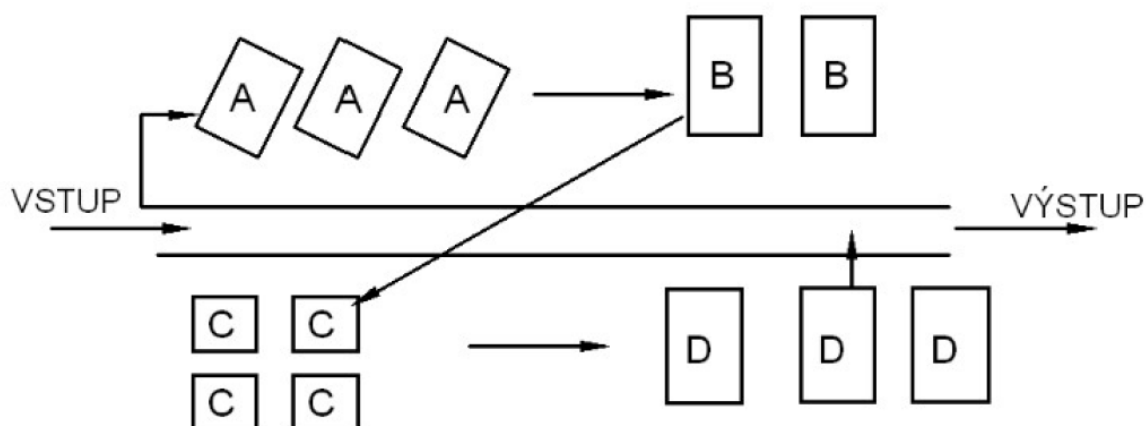


Obr. 1 Předmětné uspořádání výroby [2]

### Technologické uspořádání

U technologického uspořádání uspořádáváme skupiny výrobních strojů dle podobnosti technologie (obráběcí centra, frézky, soustruhy...). Putování výrobků je obvykle ve větších dávkách, a to od jednoho pracoviště k dalšímu.

- + nízká citlivost na poruchy výrobních strojů
- složitější doprava mezi jednotlivými výrobními místy a s tím související potřeba větších skladových prostor

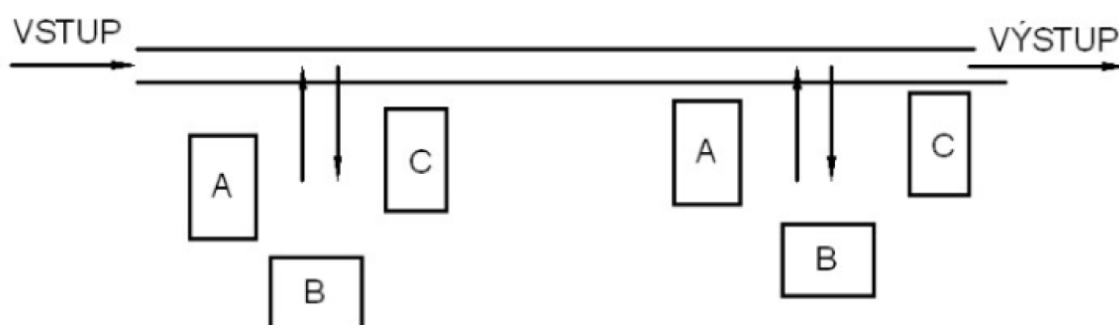


Obr. 2 Technologické uspořádání výroby [2]

### Buňkové uspořádání

Vytváření výrobních buněk je vhodné při rozsáhlé výrobě, kde různé buňky jsou schopné produkovat různé skupiny výrobků se společnými charakteristikami. Buňky podporují hladký tok výroby a podle toho jsou také tak vnitřně uspořádány. Buňková metoda nám pomáhá redukovat zbytečné činnosti.

- + regulace výroby změnou počtu pracovníků
- + nízká citlivost na změnu vyráběného množství [2]



Obr. 3 Buňkové uspořádání výroby [2]

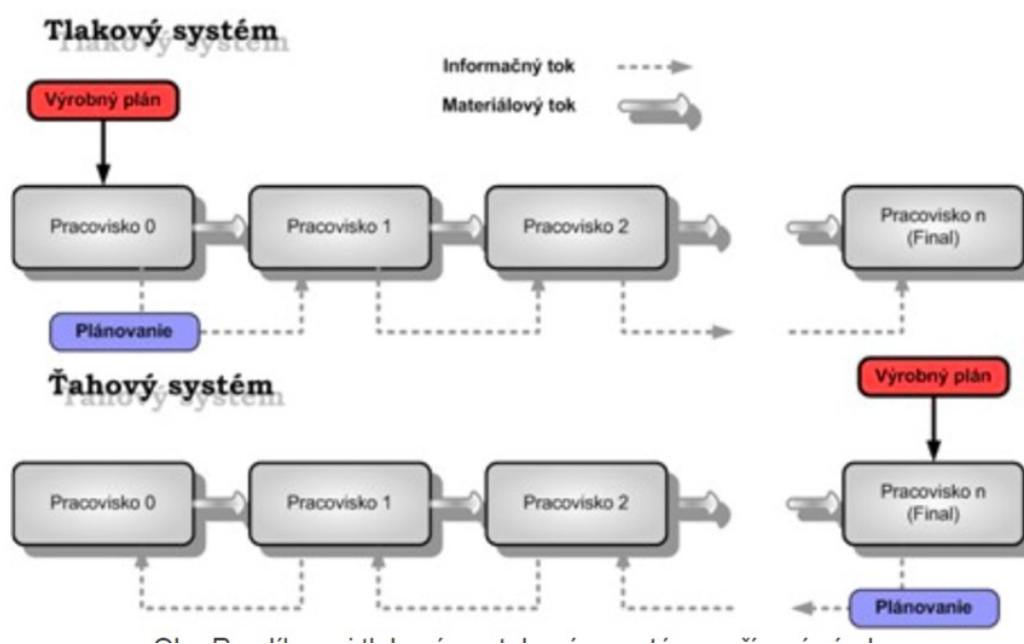
### 1.3. Tlak/ Tah

Je vhodné tam, kde je při výrobě možné vytvořit nepřetržitý materiálový tok. Při zadání objednávky se okamžitě spustí proces zajištění daných surovin a následují procesy k vytvoření objednaného zboží. Trvání tohoto procesu je pouze několik hodin.

Tlakový systém funguje tak, že pracoviště jsou vytěžována, přičemž se nehledí na stav pracoviště navazujícího (následujícího). V případě, že následující pracoviště nemůže přijmout vyrobené polotovary z předchozího pracoviště, vyrábí se na sklad (vznik zbytečných zásob). Nadvýroba nám způsobuje nutnost přemísťovat polotovary mezi skladem a pracovištěm, což nám celý proces výroby znesnadňuje. Z tohoto důvodu je nutné do výroby zavést i prvek tahu. V tahovém procesu se produkt začne vyrábět až je o něj zákazníkem požádáno, dřív nelze výrobek pustit do procesu. Je vyrobeno pouze to, co je třeba.

Systém tlak:      - nízká pružnost  
                          - vysoké zásoby  
                          + vyšší využití kapacit výroby

Systém tah:      + rychlá reakce na požadavky zákazníků  
                          + krátká doba výroby  
                          - složitější plánování [3]



Obr. 4 Schéma tlakového a tahového systému.[4]

## **1.4. JIT**

Slovo JIT znamená Just in time (právě včas). Při tomto systému jsou materiál, polotovary, výrobky nebo díly vyráběny a distribuovány ve chvíli, kdy jsou objednány zákazníkem.

Je vyráběno pouze předem určené množství výrobků ve správném čase, na správné místo a za správnou cenu.

Mezi výhody patří časové úspory, malé množství skladů, nízké ztráty a rychlá přizpůsobivost širšímu sortimentu výrobků. [5]

## **1.5. Kanban**

Tento systém využívá informace, které jsou umístěny na přepravní bedně (identifikační číslo atd.). Princip spočívá v tom, že přesun materiálu je zahájen až tehdy, když máme od následujícího pracoviště (zákazníka) vytvořenou objednávku (kanban kartu). Oblasti, jež využívají Kanban principy, se nazývají regulační okruhy, kde se reguluje množství a určuje jednotlivé pořadí výrobků pomocí kanbanových medií. [3]

## **1.6. Kapacitní propočty**

V souvislosti s konkrétními pracemi a zadaným projektovaným objektem ze získaných pravdivých dat se zpracovává tzv. kapacitní propočet. Tímto propočtem je stanovena potřeba:

- zařízení a strojů určených k výrobě,
- počet prostředků pro manipulaci,
- množství pomocných a výrobních dělníků,
- technicko-inženýrské a administrativní pracovníky,
- velikost ploch pro výrobu, logistiku, pro správu a sociální zázemí,
- množství energií a jejich druhů.

Ve své podstatě nám řeší kapacitní propočty spojitost mezi výrobním programem, který je předepsán (v plánu) a výrobním navrhovaným objektem (lidé, stroje atp.). Pokud určujeme objekt nový, tak dále je vypočtený profil výroby jen uveden do provozu. V případě, že je navrhována racionalizace, je stávající výroba optimalizována novému programu výroby. Propočet kapacit zároveň může určovat potřebu provozních či investičních nákladů. V celé řadě postupů a metod, které jsou dnes využívány, rozeznáváme dvě hlavní skupiny propočtů:

- propočty hrubé,
- propočty přesné.

Je možné také použití tzv. univerzálních postupů, u niž je možná aplikace na celou šíři daných projektů, které mají dané kapacitní propočty určité dílny např. lakovny. Z důvodu zrychlení kapacitních propočtů, byly pomocí statistického zpracování jednotlivých projektovaných souborů, vytvořeny tabulky směrných hodnot. U jednotlivého projektovaného objektu je vždy výchozí nějaká základní veličina, např.:

V situaci, kdy projektujeme výrobní sklad, je to:

- objem materiálu zpracovaný za jeden rok,
- dodávkový cyklus a jeho délka,
- pojistná zásoba.

Pomocí těchto údajů lze následně provést výpočet potřebného množství regálů, ploch, manipulačních zařízení, počtu palet atd.

Při projekci nástrojárny lze jako základní výchozí veličiny vzít v potaz hodinové využití strojů pro základní výrobu nebo počet výlisků, odlitků atd.

U projekce lakovny lze vycházet z velikosti potřebné lakované plochy, případně ze spotřeby barev a laků určených k povrchovým úpravám atd.

Z výše uvedených příkladů si můžeme všimnout že kapacitní propočty, lze počítat ze dvou kritérií:

- z technickohospodářských norem (THN) výkonových (obrobná, ...),
- z technickohospodářských norem materiálových (sklad, ...).

V případě, že kapacitní propočet je stanovován na provoz, kde je vyráběna malá šíře výrobků, jsou prováděny kapacitní propočty pro každý druh a naopak. V případě, že je vyráběno mnoho druhů, stanovíme si jeden případně více představitelů výrobků (každý představitel zastupuje určitou skupinu výrobků), a kapacitní propočty jsou prováděny na jednotlivé zástupce určitých skupin. U volby představitele skupiny výrobků je důležité dbát na jeho celkovou charakteristiku vůči skupině, kterou zastupuje.

Přepočtené množství kusů daného představitele skupiny výrobků lze počítat:

- přepočtením z výkonových norem (nejčastěji používaný postup),

$$Np = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + n_3 t_3 + \dots n_m t_m}{t_p} = \frac{\sum_1^m n_i t_i}{t_p}$$

kde je:

m ..... množství druhů výrobků, které jsou vyráběny [ ks ]

$t_p$  ..... pracnost daného představitele [ Nh ]

$t_i$  ..... pracnost i-tého výrobku [ Nh ]

$n_i$  ..... množství i-tého výrobku [ ks/rok ]

$N_p$  ..... přepočtené množství kusů představitele [ ks/rok ]

- přepočtením z materiálových norem (méně často používaný postup),

$$Np = \frac{n_1 G_1 + n_2 G_2 + n_3 G_3 + \dots n_m G_m}{G_p} = \frac{\sum_1^m n_i G_i}{G_p}$$

kde je:

m ..... množství výrobků, které jsou vyráběny

$G_p$  ..... pracnost daného představitele [ Nh ]

$G_i$  ..... pracnost i-tého výrobku [ Nh ]

$n_i$  ..... množství i-tého výrobku [ ks/rok ]

$N_p$  ..... přepočtené množství kusů představitele [ ks/rok ] [6]

## 1.7. 5S

5S je metoda, která má za cíl eliminovat plýtvání na výrobních pracovištích. Je to jedna ze základních metod štihlé výroby. Metoda 5S zpřehledňuje pracoviště, odebírá nebezpečné předměty, standardizuje za účelem eliminace plýtvání.

5S pochází z Japonska. Číslo 5 vymezuje 5 základních kroků metodiky a písmeno S je počáteční písmeno slova, které charakterizuje daný krok (Seír, Seiton, Seis, Seiketsu, Shitsuke).



*Tabulka 1 Kroky metody 5S [7]*

<b>Krok</b>	<b>Japonské slovo</b>	<b>Český překlad</b>
<b>1.</b>	Seir	Separovat, třídít
<b>2.</b>	Seiton	Systematizovat, uspořádat, vizualizovat
<b>3.</b>	Seiso	Stále čistit
<b>4.</b>	Seiketsu	Standardizovat
<b>5.</b>	Shitsuke	Sebedisciplinovanost

Nejdůležitějším cílem 5S je vytvořit „štíhlé pracoviště“, jež disponuje pouze předměty, které jsou potřebné k výrobě daného produktu. Dané pracoviště je uspořádáno dle požadavků pracovníků, kteří na něm pracují.

Cíle štíhlého pracoviště:

- standardizace layoutu pracoviště (rozmístění předmětů na pracovišti),
- ujasnění pravidel pracoviště (co, kde, jak, kdo, kdy),
- zvýšení čistoty daného pracoviště,
- lepší pracovní prostředí pracoviště,
- zvýšení bezpečnosti,
- minimalizace či odstranění plýtvání na pracovišti (hledání pracovních pomůcek, čekání...).

Štíhlé pracoviště by mělo mít obvykle vizualizovány základní ukazatele. Samozřejmostí je čistota pracoviště, jasné vyznačení místa pro výrobu, materiál, oblasti, cesty a jiné.

### **Krok 1 Seir – separovat, třídít**

Jde v něm o oddělení předmětů na pracovišti, jež jsou nezbytně nutné pro daný úkon a předměty, které nemusí na daném pracovišti být v bezprostřední blízkosti. Při aplikaci tohoto kroku je třeba hodnotit každý předmět na pracovišti zvlášť, určit frekvenci jeho používání a zda vůbec s danými úkony souvisí. Tento krok je velice důležitý a aplikuje se i v objektech, kde jsou předměty uschovány (zásuvky, stoly, skříně, bedny...). Po aplikaci tohoto kroku zůstávají na pracovišti jen potřebné předměty. Tímto je krok ukončen.

## **Krok 2 Seiton - Systematizovat, uspořádat, vizualizovat**

Tento krok nám pro předměty, které zůstaly na pracovišti po kroku 1, nalézá vhodné místo. Je nutné provést zamyšlení nad každou položkou a její pozici na pracovišti. Při časté frekvenci používání předmětů je umístíme co nejbližší pracovnímu prostoru a naopak. Při malé frekvenci používání je můžeme umístit ve vzdálenějších místech. Při tomto kroku je důležité dbát na správnou ergonomii, zvláště pak pro často používané předměty.

## **Krok 3 Seiso - Stále čistit**

V kroku 3 nám jde o zabezpečení čistoty a vyčištění pracoviště. Jde o hloubkové čištění pracoviště. Čisté pracoviště je pak potřeba nadále udržovat v čistém stavu. Při tomto kroku je také vhodné navrhnout, jak často by se čištění/úklid na pracovišti měl provádět, případně co a s jakou frekvencí je třeba čistit. Tyto informace nám posléze pomáhají při standardizaci.

## **Krok 4 Seiketsu - Standardizovat**

Standard má za úkol, aby dané činnosti byly prováděny vždy stejně – stejným způsobem, se stejnou délkou trvání, se stejným výsledkem úkolu. Ve standardu jsou uvedeny hlavně činnosti související s čištěním, ale i jiné aktivity: délka jednotlivých činností, zodpovědná osoba, frekvence a pomůcky.

## **Krok 5 Shitsuke – Sebedisciplinovanost**

Tento krok nám udává, aby změny, které na pracovišti proběhly v přechozích krocích (zlepšený stav), se nevrátily zpět do původního stavu. Zde je kladen důraz na dodržování standardů. Je vhodné tyto aktivity pravidelně kontrolovat (např. mistr na konci směny provede kontrolu).

Metodu 5S můžeme také rozšířit na 6S, případně 7S, a to v případě, že provedeme aplikaci těchto prvků procesu:

$$6S = 5S + \text{bezpečnost}$$

Bezpečnost nám zaručuje, aby dané pracoviště bylo, pokud možno v co největší míře, bezpečné pro pracovníky i okolí. Snižuje nám počet úrazů. Cíl je nulový počet úrazů na pracovišti.

$$7S = 6S + \text{ekologie}$$

Tento krok je zaměřen primárně na ochranu životního prostředí, hlavně pak odpadové hospodářství. [7]

## 1.8. Ergonomie

Při projektování výroby je důležité neopomenout i ergonomii jednotlivých pracovišť, při přihlédnutí na dané bezpečnostní předpisy a vyhlášky. Ergonomie nám řeší vztah pracovního prostředí s člověkem, který na něm působí.

Mezi základní prvky ergonomie patří:

- vhodná pracovní poloha – pracovní poloha je definována dle polohy typu vykonávání práce (ve stoje, v sedě, v leže...). Důležité je také zohlednit jemnost práce, zorné pole pracovníka, případně fyzickou zátěž. Je vhodné minimalizovat dlouhodobé zatěžování těla v nepřírodných polohách (klečení, ohnutí zad atd.).
- Vhodná pracovní výška – je vzdálenost pracovní plochy od země. V této výšce probíhá hlavní práce na pracovišti.
- Zorné podmínky – mají za cíl mít vhodně umístěné signalizační a ovládací prvky.
- Vhodné pracovní pohyby – mají za cíl minimalizovat námahu při co nejmenším času dané operace. Důležité je, minimalizovat časté změny pracovních poloh.
- Layout náradí, ovladačů, materiálu – je vhodné umístění těchto prvků v zóně výroby a nejčastější manipulace tak, aby bylo možné dané prvky snadno používat.
- Ergonomické nářadí – tento typ náradí minimalizuje nepřírodní polohy rukou, zajišťuje správné pohyby a znemožňuje přenos vibrací. [8]

## 1.9. SMED

(Single Minute Exchange of Dies - Metoda sloužící ke zmenšení času při přetypování výrobních zařízení).

Metoda SMED je proces, který minimalizuje časy prostojů – časy čekání pracovišť mezi po sobě pokračujícími opracování odlišných typů výrobků. Jako příklad můžeme uvést výměnu forem na vstřikovacím lisu, který vstřikuje roztavený materiál (termoplast) do dutiny formy nebo výměnu přípravků při montáži na výrobní lince, případně přetypování stroje pro obrábění.

### Důvody redukce času na přetypování.

Problémy způsobené dlouhými časy na přetypování:

- zvyšování času čekání polotovarů na opracování,
- spotřeba kritických kapacit z důvodu čekání dávek.

Vysoká míra nákladů způsobuje podstatné nevýhody:

- velké výrobní dávky (série) – problémy při neočekávaných požadavcích zákazníků,
- velké zásoby materiálu při velkých výrobních dávkách – jak rozpracovaný materiál taktéž i hotové produkty,
- velký skladovací prostor pro velké zásoby.

### Kroky metody SMED:

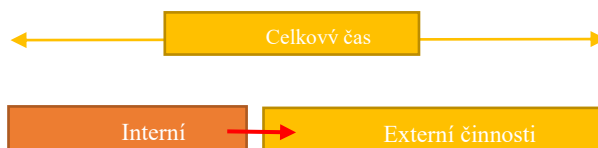
1. Oddělení práce při vypnutém zařízení (Interní činnosti) a práce, která je vykonávána při běhu zařízení (Externí činnosti).

*Tabulka 2 Krok 1 SMED analýzy [8]*



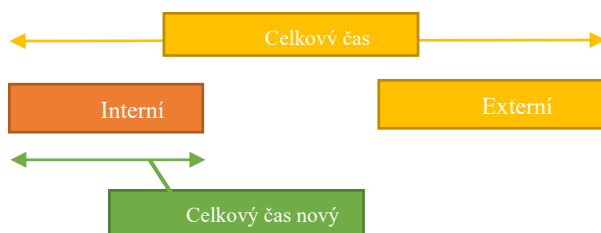
2. Zredukování času přetypování – větší množství práce se bude vykonávat při běhu zařízení (Externí činnosti).

*Tabulka 3 Krok 2 SMED analýzy [8]*



3. Zredukování času externích i interních činností.

*Tabulka 4 Krok 3 SMED analýzy [8]*



Příklady technik používaných při SMED metodě:

- standardizace typů strojů,
- standardizace akcí při externích činnostech,
- využívání rychlých upínačů,
- automatizace procesu přetypování. [8]

## **1.10. Montáž**

Charakteristickými prvky pod pojem montáž, je souhrn činností osob, strojů a zařízení, kde činnost, která je daným prvkem vykonávána, musí mít stanovené pořadí, kde v čase vznikne z jednotlivých součástí, podsestav a sestav konečný výrobek. Obvykle se jedná o závěrečnou fázi ve výrobním procesu, nejčastěji ve strojírenské výrobě.

Montáž má v produkci ve strojírenství významný podíl, který je průměrně 30 – 40% podle náročnosti konkrétního produktu. Podle množství zaměstnanců ve výrobě obvykle činí podíl na montáži zhruba 30 - 40%. Pracnost montáže je snižována zejména vyšším podílem automatizace, mechanizace a také vhodnou konstrukcí výrobků. Nižší pracnost je důležitá zejména v případě velkosériové výroby, kde vede k významné úspoře výrobních nákladů.

Kvalita montáže je rovnocenný parametr, kterým je nutné se také zabývat. Protože nekvalitní montáž může znehodnotit jednotlivé kvalitní součásti a naopak. Výborně nastavený montážní proces, pomocí jednoduchých zásahů v oblasti technologie, zabraňuje nadbytečným chybám, které mohou vzniknout ve výrobě.

### **Podstatné montážní pojmy**

- Montážní proces – subsystém výrobního systému, který má za cíl montáž výrobků. Lze jej posuzovat z několika hledisek – z hlediska jeho funkce, jeho regulačních vlastností a začlenění ve výrobním systému.
- Montážní operace – část procesu montáže, jež je ukončená a zpravidla je prováděna pro jeden montážní celek. Je realizována skupinou nebo jednotlivým pracovníkem na konkrétním pracovišti, kde nedochází k přestavování zařízení určených pro montáž (např. rozměrová kontrola, pájení, šroubování atd.). Montážní operace tvoří základní strukturální jednotku procesu montáže.
- Montážní úsek – je to část montážní operace. Bývá vykonáván pomocí jednoho nástroje na jednom stroji, v konstantních technologických podmínkách.

- Montážní úkon - elementární úsek činnosti výrobního pracovníka v procesu montáže nebo při jeho přípravě (např. založení dílu do přípravku pro montáž, vypnutí stroje atp.).
- Montážní pohyb – činnost pracovníka, jenž je ucelená, přičemž je jen velice malá. Bývá velice často specifikován při hromadné výrobě (např. uchopit šroubovák, nasadit šroub, otočit šroubovákem atd.).
- Technologický postup montáže – skupina operací ve spojovacím procesu pro hotové díly, součásti, sestavy a podsestavy. Tento proces vyústí v hotový výrobek a to pomocí montážních přípravků, strojů a náradí, které odpovídají technickým podmínkám a všem požadavkům konstrukce.
- Montážní základna – plochy a oblasti součásti, pomocí nichž je určována poloha vůči základním plochám nebo vůči ostatním součástem.
- Montážní pracovní plocha – část operace, která je prováděna za určité polohy montážního přípravku vůči montážnímu prvku, přičemž poloha zůstává nezměněna.

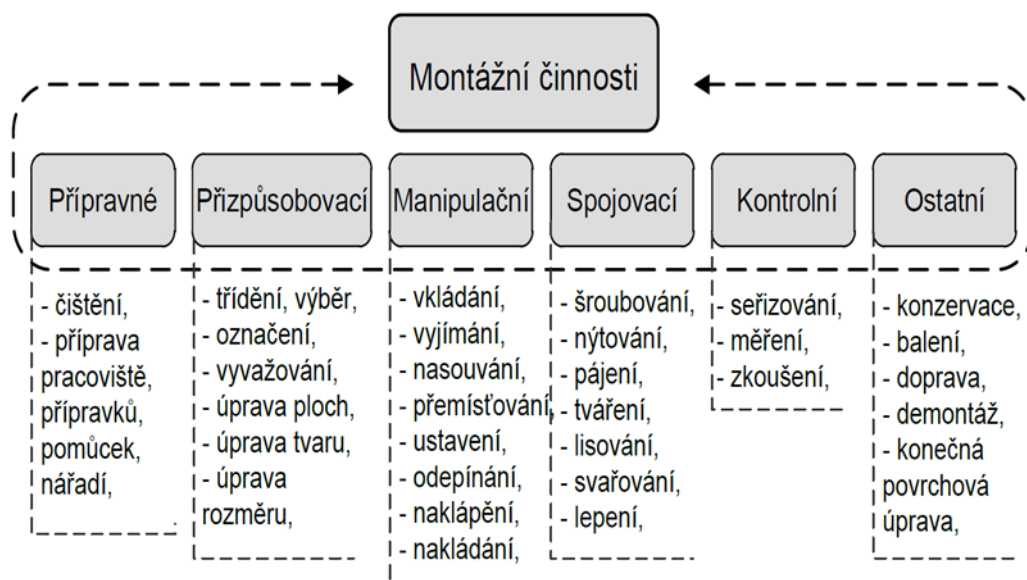
### **Montáž a její rozdělení**

Montážní činnosti můžeme rozdělit do několika dílčích skupin:

- činnosti přípravné,
- činnosti přizpůsobovací,
- činnosti manipulační,
- činnosti spojovací,
- činnosti kontrolní,
- ostatní činnosti.

Účast různých činností v procesu montáže je odlišná v různých typech výroby. Závisí také na velikosti, případně opakovanosti série, automatizaci vstupující do výrobního procesu, technologičnosti konstrukce atd.

V malosériové výrobě nebo také v kusové, hrají nejdůležitější roli činnosti u přípravy. Při montáži se zaměřujeme pak zejména na seřizování výrobních strojů a kontrolu – mohou tvořit až 80% pracnosti na celkové montáži. [9]



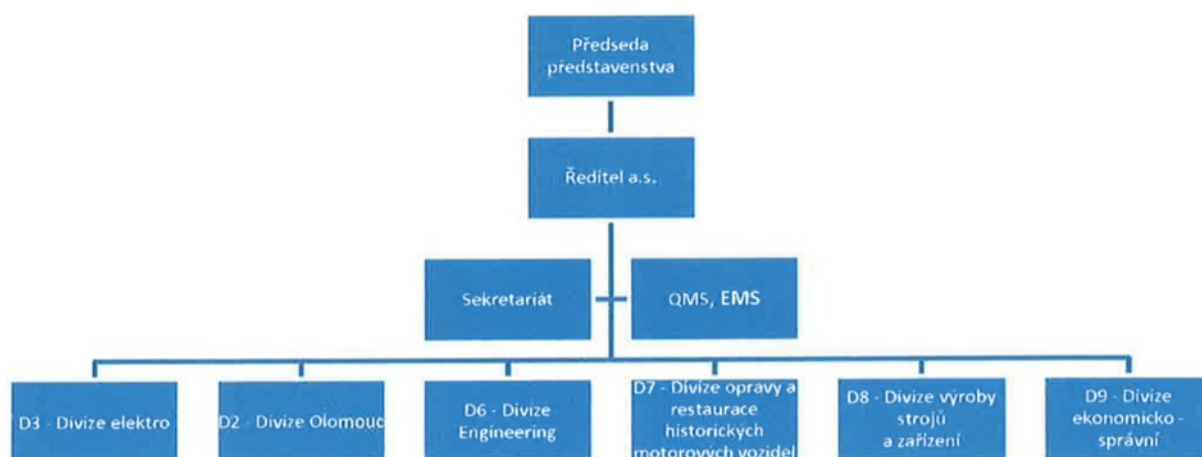
Obr. 5 Rozdělení montážních činností [9]

## 2. Analýza současného stavu

### 2.1. Společnost Chropyněská strojírna, a.s.

Chropyněská strojírna, a.s. je firma, která se zabývá dodávkami a montážemi výrobních zařízení a strojů a to především do svařovacích linek sloužící pro automobilový průmysl.

Dále se firma věnuje výrobě vstřikovacích forem pro výrobu termoplastů, forem sloužících k vakuovému tvarování, výrobě přípravků pro montáž a svařování, výrobě kontrolních přípravků, výrobě zařízení pro transport, výrobě jednoúčelových strojů, výrobě konstrukcí z oceli, montáži a opravám zařízení pro zvedání břemen a širokému sortimentu výroby při tepelném zpracování kovů a obráběcích pracích.



Obr. 6 Organizační struktura společnosti

#### Zákazníci firmy

Mezi nejvýznamnější odběratele v roce 2019, stejně jako i v letech minulých, patří firma ŠKODA AUTO, a.s., která je součástí tradičních partnerů Chropyněské strojírně již mnoho let.

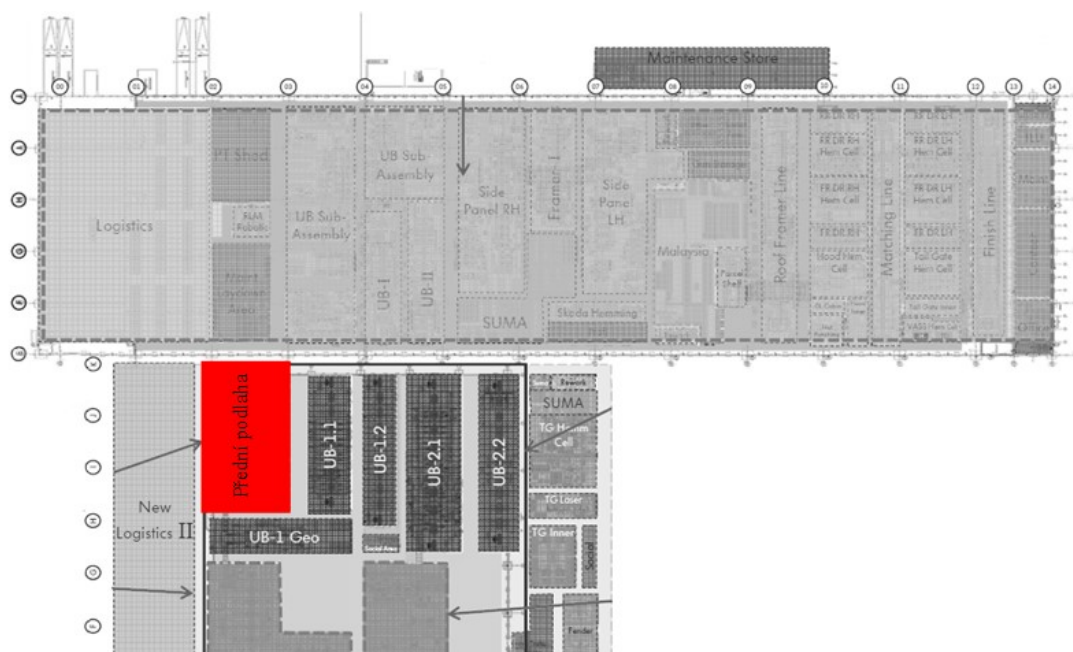
K dalším důležitým obchodním odběratelům, jež nesou významný podíl na tržbách společnosti, patří především firmy VOLKSWAGEN Poznaň SP. Z o.o., OOO VOLKSWAGEN Ggroup Rus, IBC VEHICLES LTD, Jaguar Land Rover Slovakia s.r.o., BMW AG, Audi Brussel SA/NV, a z firem z České republiky je to firma ATEK s.r.o.

#### Vývoj a výzkum firmy

Chropyněská strojírna se v roce 2018 a v průběhu roku 2019 věnovala výzkumu a vývoji, a to především v oblasti nových svařovacích linek. Mezi důležité projekty patří experimentální vývoj výrobní linky – KO Flex Link – Luton Underbody Front. V této lince, důležitým ocenitelným prvkem, je soubor vlastností, jež plyne z unikátní komplexnosti



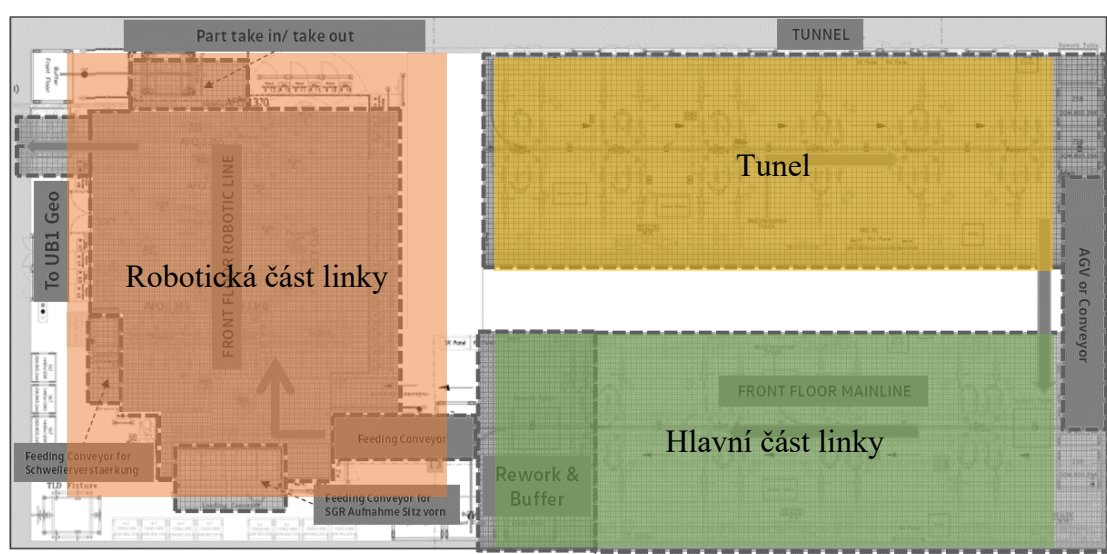
zařízení jako celku. Linka se řadí mezi světové unikáty. Slouží k výrobě požadovaného modelu automobilu v různých jeho modifikacích.



Obr. 7 Umístění výrobní linky ve výrobní hale

## 2.2. Současný stav a koncept zákazníka

V současné době se na místě výrobní linky nachází prázdný prostor o ploše 1140 m<sup>2</sup>. V konceptu od zákazníka je plánováno ruční svařování přední části podlahy karoserie. Na lince bude probíhat produkce dvou různých typů podlahy, a to podle typu karoserie (kombi/sedan).



Obr. 8 Rozdělení linky na jednotlivé části

## **Tunel**

Podsestava tunelu je složena z několika hlavních částí, a to ze samotného tunelu, horního příčnicku, spodního příčnicku, přední výztuhy a hrnce.

V podsestavě tunelu je důležité vzít v potaz, že většina dílů vstupujících do linky, může být horká.

Všechny stanice v této části linky, jsou navrženy jako ruční pracoviště. V první stanici AFO1200 dochází ke svaření tunelu a spodního příčnicku. Každý díl vstupuje do linky z různé strany tak, aby byla manipulace s díly efektivní z hlediska času. Po založení obou dílů dojde ke svaření. Poté svařenec putuje do další stanice AFO1210. Tato stanice slouží k přivaření předních výztuh. Po upnutí dílu z předchozí stanice následuje ruční usazení levé a pravé výztuhy a následnému svaření pomocí dvou pracovníků. Výsledný svařenec putuje do stanice AFO1220, kde z pravé strany linky dojde k montáži hrnců a z levé strany dojde k montáži horní části příčnicku. Tyto díly jsou následně bodově svařeny. Výsledný svařenec putuje do stanic AFO1230, AFO 1240 a AFO1250. V těchto stanicích pak probíhá dovaření.

Po svaření podsestavy tunelu bude tato podsestava přemístěna na hlavní část linky spodní podlahy s pomocí automatického dopravníku. Automatický dopravník musí disponovat kapacitou 5 kusů podsestav tunelu, a to z toho důvodu, když dojde k zastavení linky tunelu, tak aby byla hlavní část linky stále zásobena materiálem a mohla nadále pracovat.

## **Hlavní ruční linka**

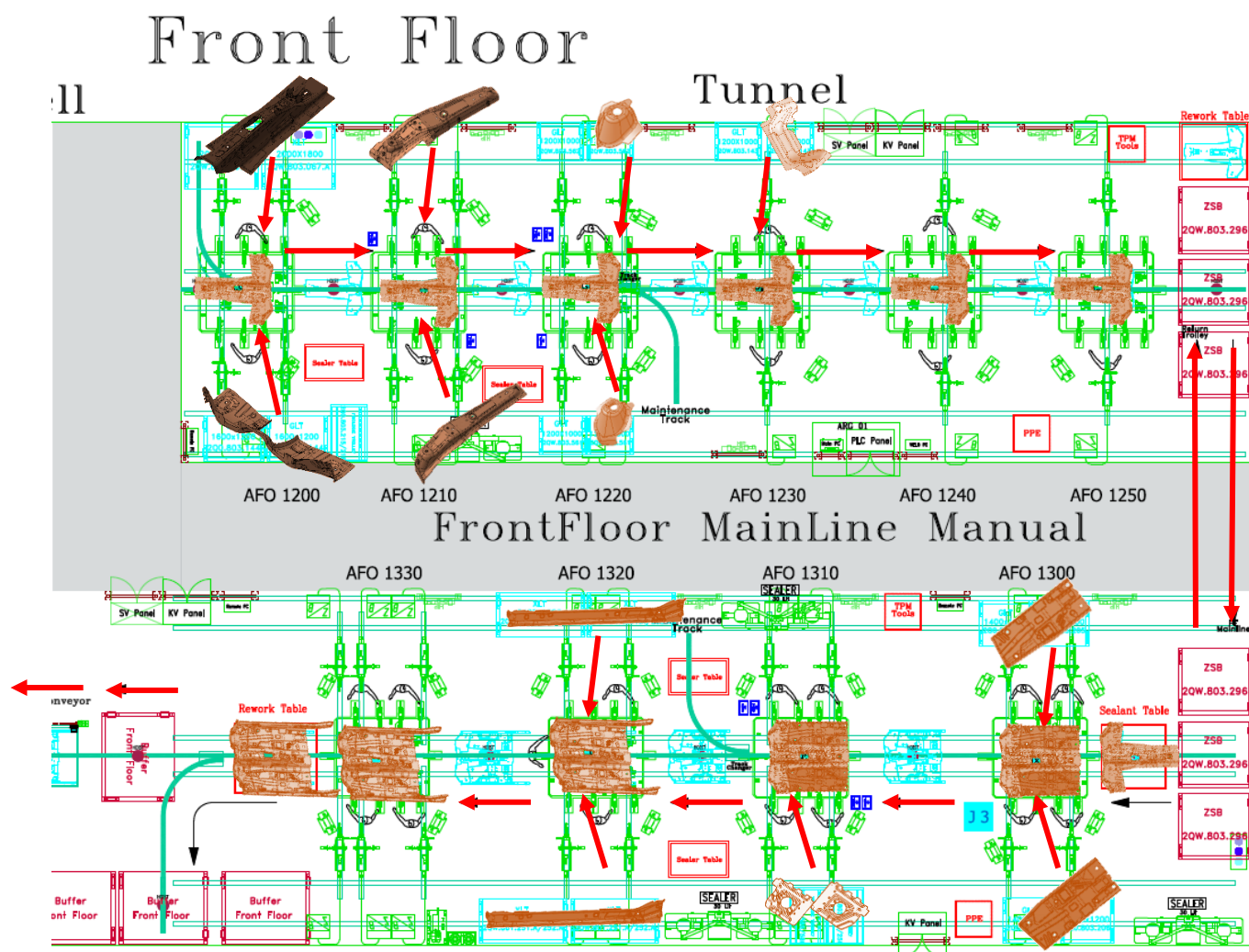
Hlavní ruční linka se skládá z podsestavy tunelu, podlah, a výztuh prahů.

V první stanici AFO1300 dochází ke k svaření tunelu a podlahy pro levou a pravou stranu; každá část podlahy je dodána z jedné strany linky. Podlahový spoj musí být zatěsněn pomocí tmelu, přičemž tmel bude nanesen na skupinu tunelu na speciálním stole. Následně, po provedení svařování v této stanici, je podsestava přesunuta do stanice AFO1310, kde jsou dodány z levé strany linky výztuhy podlah. Po svaření putuje podsestava do stanice AFO1320. V této stanici dochází k montáži výztuh podlah, a to jak pro levou, tak pravou stranu. Nakonec následuje dovářka, která je provedena ve stanici AFO1330. Po stanici AFO1330 je v lince umístěn stůl pro případné opravy z důvodu nekvality v přechozích operacích. Pokud by část podlahy z hlavní linky kvalitativně nevyhovovala, případně obsahovala chyby, lze ji odebrat z linky pomocí výhybky na dopravníku, která je umístěna za stolem pro opravy.

Malé díly svařované k podlaze a jejich sváry, musí být dokončeny před přivařením prahů z důvodu možného pozdějšího poškození kontaktem prahu a svařovacích kleští. Umístění zásobování malých dílů v lince musí být v blízkosti konkrétních přípravků z důvodu optimalizace pohybu operátorů.

Druhá podskupina výztuh prahů musí být projektována v přední části hlavní linky. Výztuhy budou poté přivařeny ručně s ostatními částmi.

Všechny přesuny mezi jednotlivými stanicemi by měly být prováděny pomocí zvedacích zařízení s ručním vedením, aniž by takový pohyb ovlivňoval práci na sousedních přípravcích.



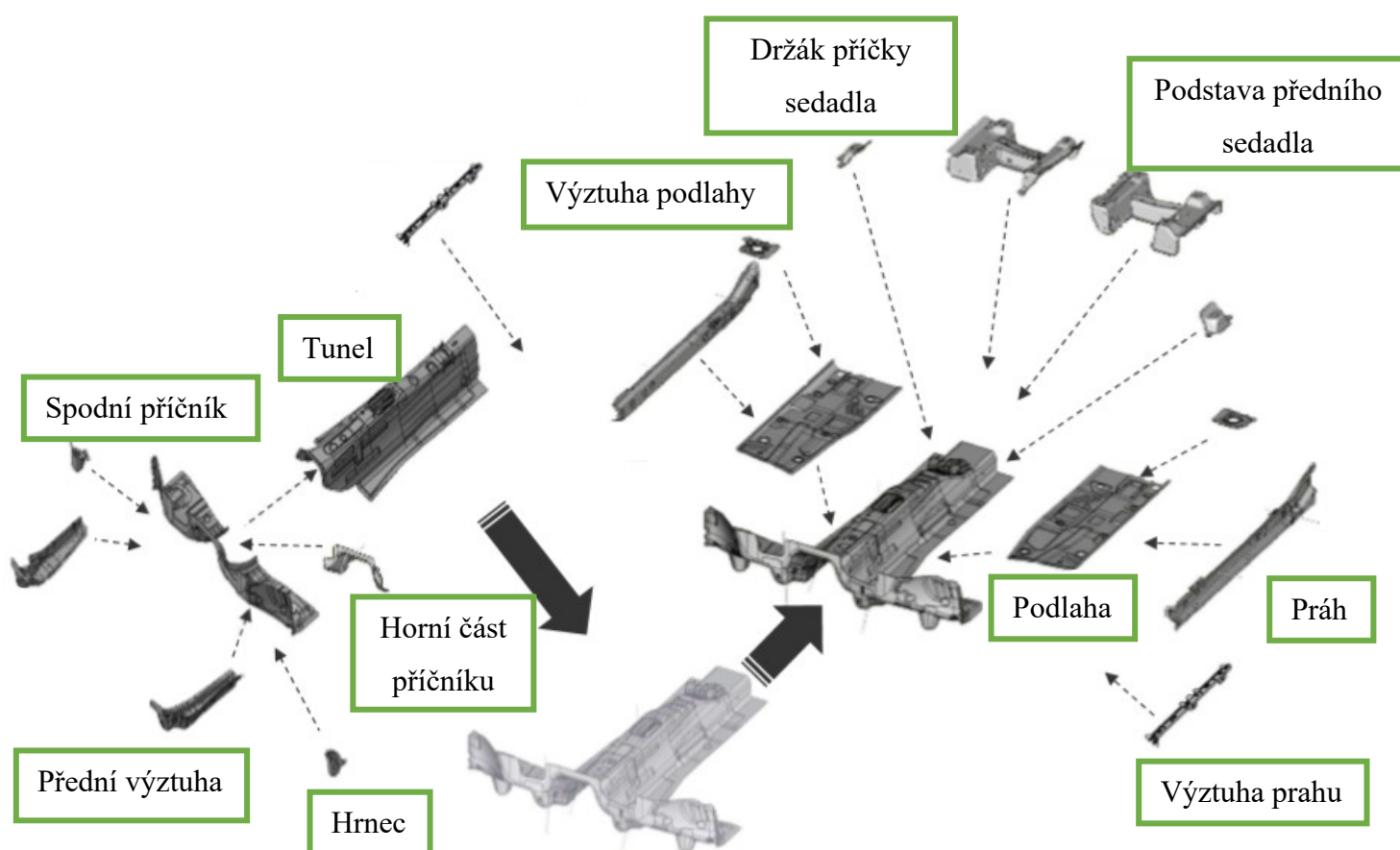
Obr. 9 Koncept od zákazníka

## Robotická část linky

Robotická linka by měla mít dopravníky nejméně pro 8 kusů podsestav předních sedadel a 8 kusů vnějších prahů. Nakonec by měla být sestava přední podlahy přenesena na dopravník, pomocí kterého bude přemístěna do další části svařovny.

Tato část linky není v této práci dále řešena.

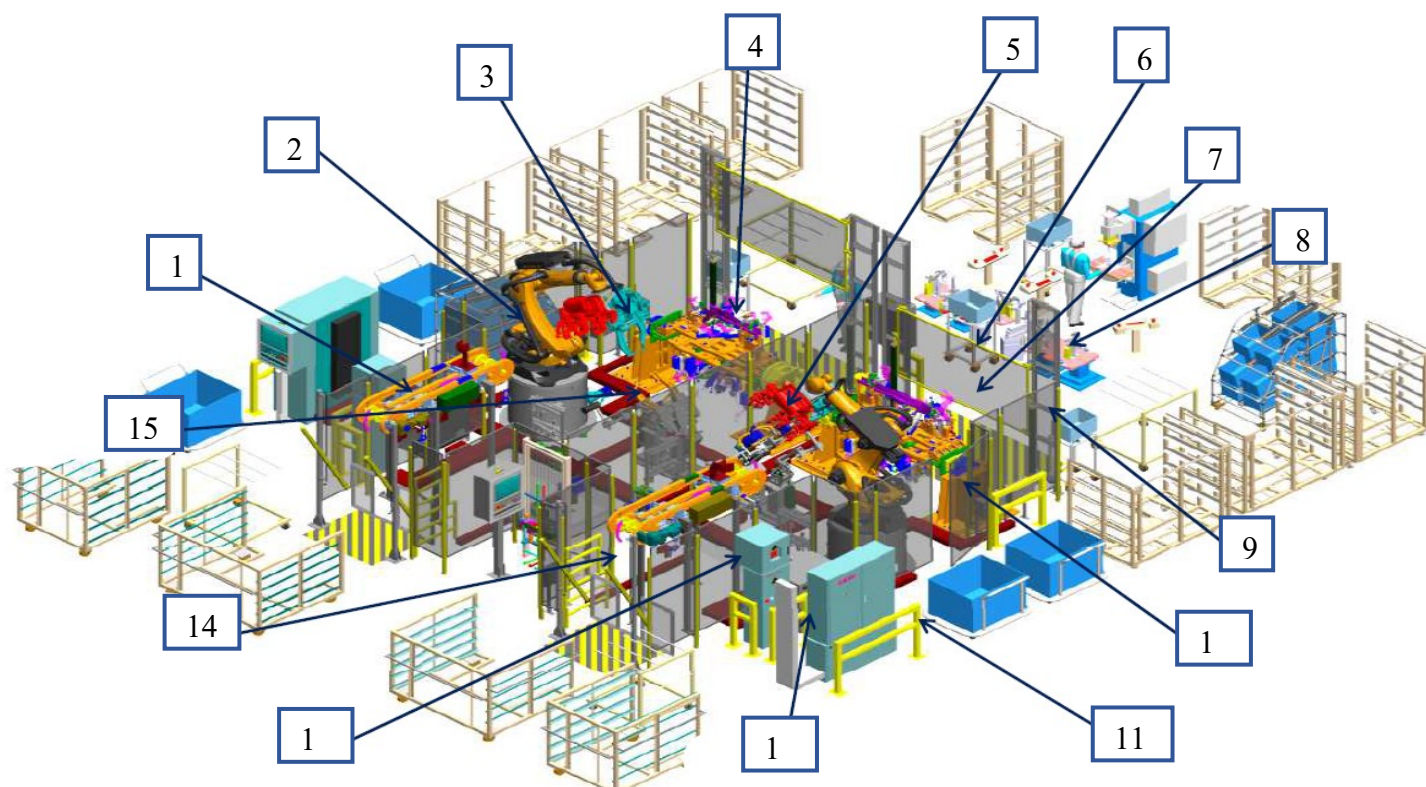
## 2.3. Rozpad řešené části



Obr. 10 Popis jednotlivých částí podlahy



## 2.4. Popis jednotlivých částí v robotické stanici pro svařování



Obr. 11 Typická robotická stanice

- 1 – dopravník
- 2 – robot
- 3 – svařovací kleště
- 4 – příslušenství
- 5 – robotický manipulátor
- 6 – pojezdové vrata do nakládací stanice
- 7 – nakládací stanice
- 8 – fixační přípravek
- 9 – bezpečnostní plot
- 10 – bezpečnostní dveře
- 11 – bezpečnostní zábrana
- 12 – PLC panel
- 13 – ovládací panel
- 14 – vykládací stanice
- 15 – podstavec na kleště

## **2.5.Hlavní technologie ve svařovnách**

### **Svařování MIG/MAG**

Svařování MIG/Mag patří mezi svařování tavnou elektrodou v ochranné atmosféře. Elektroda plní funkci jak k přenesení elektrického oblouku, tak funkci přídavného materiálu. Drát je podáván automaticky do hořáku, kde kolem něj proudí proud plynu, jež zabraňuje oxidaci lázně sváru. Plyny, které se používají jako ochranné bývají jak inertní (argon, helium) tak aktivní (plynové směsi na základě argonu, jež obsahují navíc oxid uhličitý nebo kyslík).

### **Lepení**

Lepení se využívá zejména, pokud je potřeba pevný spoj, který bude zároveň těsnit a bude odolný proti chvění a vibracím. Mezi hlavní výhody patří neovlivnění spojovaných materiálů teplem a rovnoměrné rozložení napětí. Nevýhody lepení jsou zejména nerozebíratelnost spoje, počáteční pevnost není vysoká, odolnost vůči působení vysokých teplot a při statickém namáhání náchylnost k tečení.

### **Lemování**

Lemování patří mezi techniky tváření při zpracování plechů. Pomocí této techniky je možné provádět spoje různých materiálů, což patří mezi hlavní důvody použití, zejména v automobilovém průmyslu.

### **Laserové svařování**

Mezi hlavní znaky této metody patří vysoká kvalita spoje, jeho přesnost a vysoká rychlost. Tento typ svařování lze jednoduše automatizovat a je také velice čistý ve srovnání s ostatními svařovacími metodami. Je také tichý a lze jej využít při spojování materiálů, jejichž teplota tavení je velice rozdílná.

Nevýhodou tohoto typu svařování je ovšem cena zařízení. Proto je důležité brát v úvahu návratnost investic.

### 3. Návrh vlastní linky

V této kapitole se budu věnovat návrhu konkrétní linky.

#### 3.2. Takt linky

Návrh linky pro přední podlahu, která má za úkol produkci 690 kusů za den.

K výpočtu taktu linky potřebujeme vycházet z hodnot, přičemž hodnoty známe od zadavatele zakázky (plánované množství vyrobených aut za den, čas výroby, technická využitelnost linky mechanická a celková využitelnost linky informativní).

Technická využitelnost mechanická – 95 %.

Využitelnost celková (informativní) – 90 %.

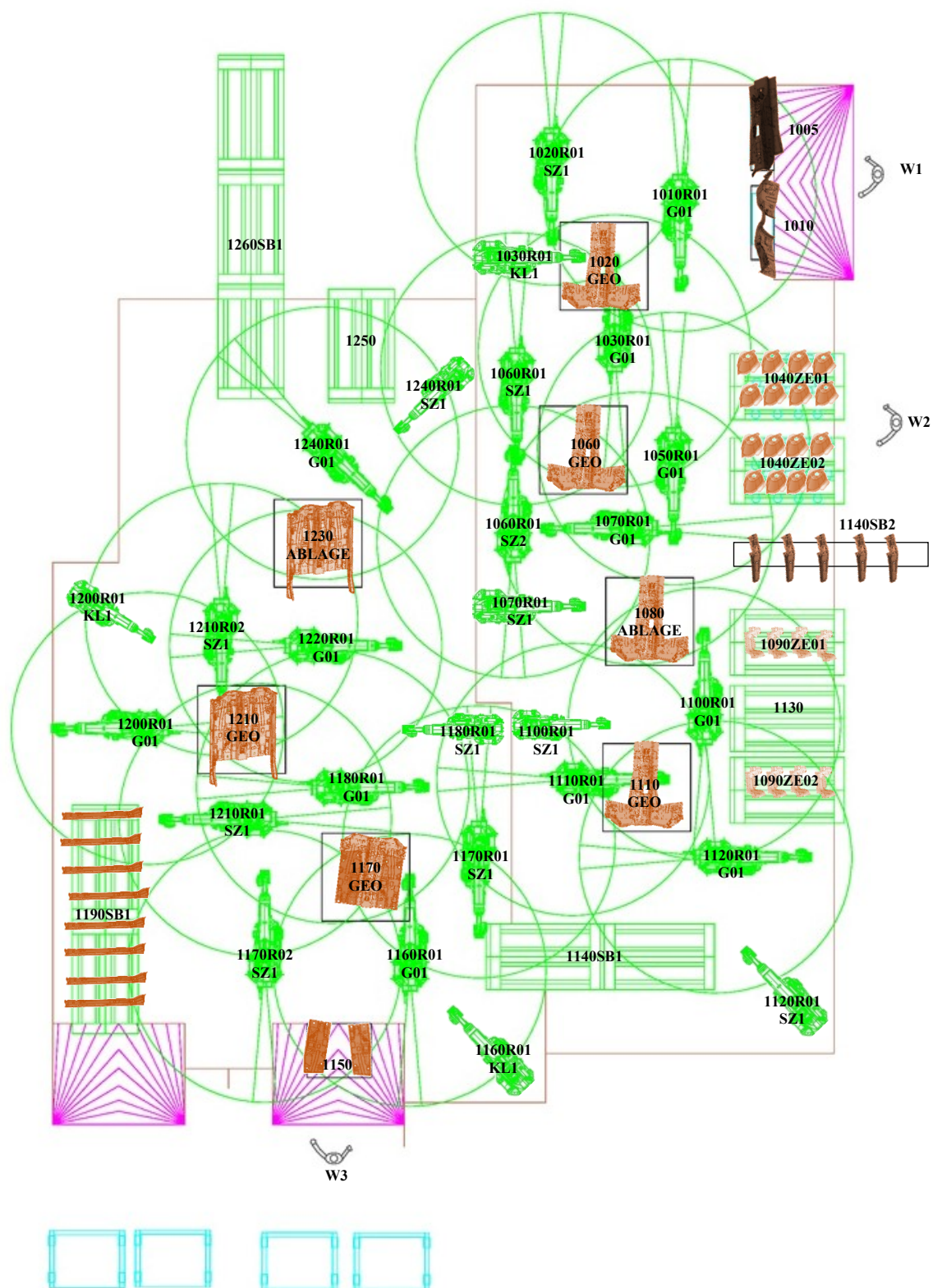
Plánované množství - 690 kusů za den.

Čas produkce během 1 dne – 1285.

Výpočet taktu linky:

$$t = \frac{Ft}{Q} = \frac{\text{Produkční čas}}{\text{Denní počet karoserií}} * \text{Využitelnost linky celková} * 60 = (s)$$

$$t = \frac{1200}{690} * 0,90 * 60 = 95s$$

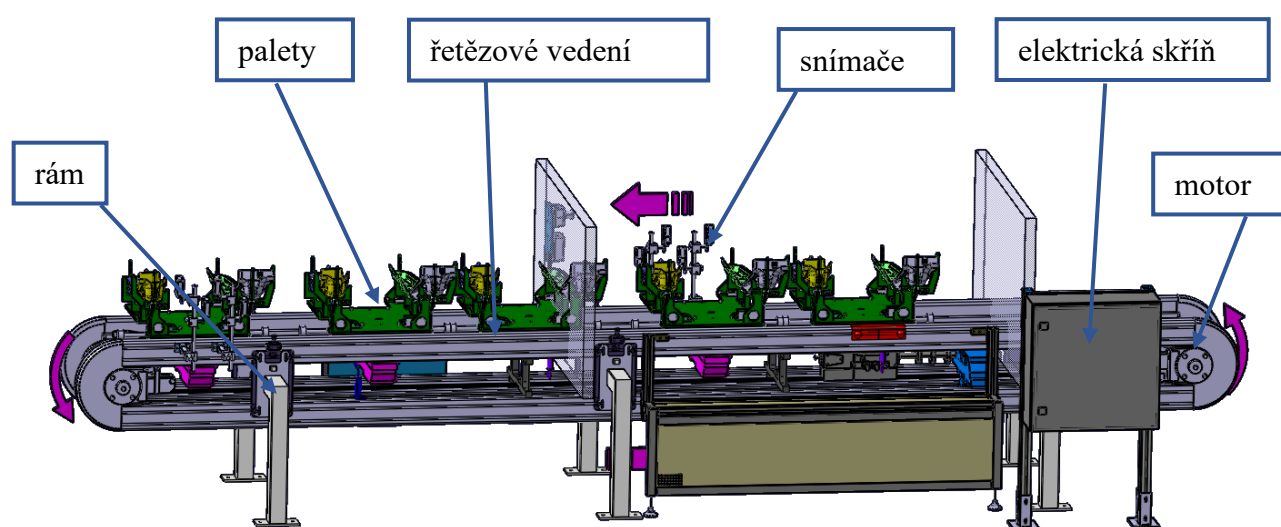


Obr. 12 Linka podlahy



### 3.3. Přeprava plechu mezi jednotlivými částmi linky

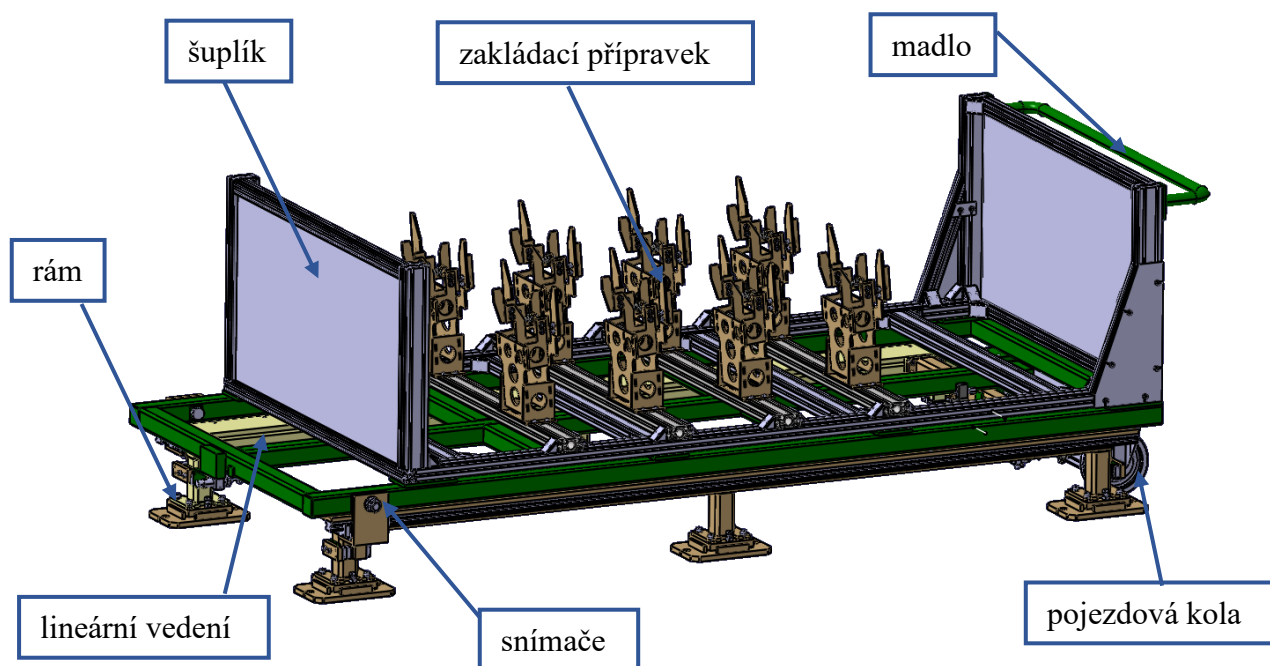
Přeprava podlahy je uskutečněna pomocí paletového řetězového dopravníku. Na něm se pohybují jednotlivé, k tomuto účelu přizpůsobené palety, do kterých jsou pomocí robotu umísťovány jednotlivé díly k přepravě. Návrat palet do původní pozice pro přepravu je realizován pod horní transportní dráhou. Proto je tento dopravník úsporný z hlediska místa. Výhodou tohoto dopravníku je modulová struktura, díky které jej lze upravit pro konkrétní situaci ve výrobě. Řetězový dopravník je popsán na obr. 13.



Obr. 13 Řetězový dopravník

### 3.4. Zakládání malých dílů do linky

Zakládání malých dílů do linky je řešeno pomocí výsuvného ručního šuplíku. Šuplík je složen z rámu, na kterém je umístěno lineární vedení a snímače koncových poloh. Tyto snímače dávají řídicímu systému linky informace, zda je šuplík v pracovní poloze, případně zda dochází k jeho plnění. Dále je složen ze samostatného šuplíku, který tvoří hliníkové profily, na kterých jsou umístěny zakládací přípravky a madlo. Z důvodu velikosti šuplíku, bylo nutné jeho vybavení pojezdovými koly, aby nedocházelo k přílišnému namáhání lineárního vedení při vysunutí.

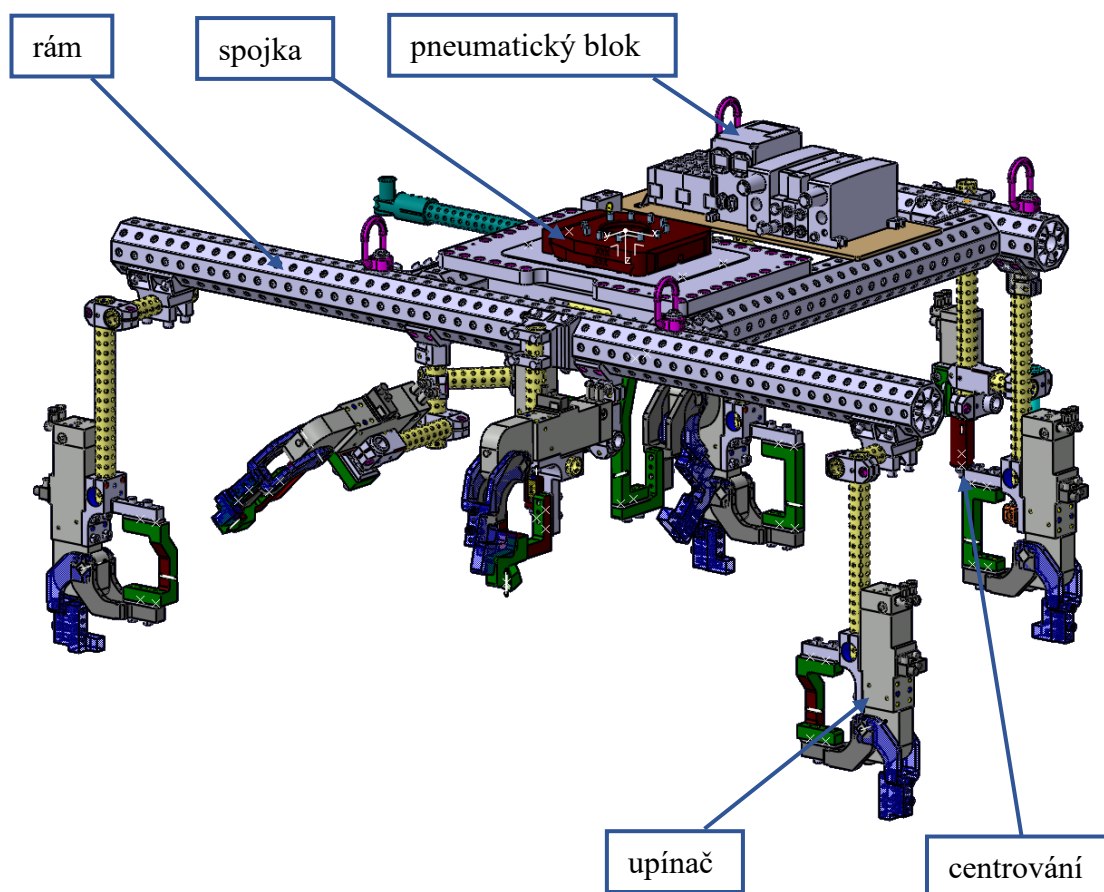


Obr. 14 Šuplík pro zakládání malých dílů

### 3.5. Manipulátor

Manipulace jednotlivých plechů roboty je zajištěna pomocí manipulátorů, tzv. „Greiferů“. Manipulátor je tvořen hlavním rámem, který je tvořen osmiúhelníkovými hliníkovými profily. Na rámu je umístěna univerzální spojka, která slouží ke spojení robotu a manipulátoru a zároveň je schopna zajistit přenos energie (el. proud, stlačený vzduch). Díky této spojce mohou roboty obsluhovat více druhů manipulátorů. Dále manipulátor obsahuje dva čepy, které slouží k centrování plechu do přesné pozice.

Nedílnou součástí manipulátoru jsou také upínače, pomocí kterých dojde k zafixování plechu proti možnému pohybu. V hlavě upínače se nachází kompaktní jednotka, která přes kolenovou páku zablokuje rameno upínače do zavřené polohy. Pohon uvnitř je zajištěn přes plochý pneumatický válec. Upínač bývá v provedení pro stlačený vzduch o tlaku 6 barů a má integrované dorazy pro otevřenou a zavřenou polohu.

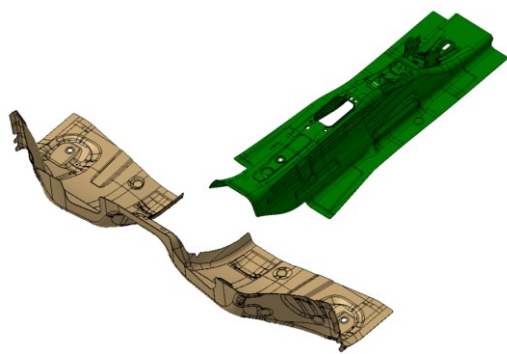


Obr. 15 Manipulátor

### 3.6. Tunel

#### Stanice 1000

V první stanici robotické linky bude probíhat kompletace dvou dílů, a to spodního příčnicku a tunelu. Díly jsou mezi sebou spojeny pomocí svařovacích bodů a lepidla. Díly budou pracovníci vkládat do základacích přípravků, které jsou v layoutu označeny 1000 a 1005, kde následně budou odebrány pomocí robota s manipulátorem 1010R01 a založeny do geopřípravku 1020GEO. V této stanici budou díly k sobě nejprve svařeny pomocí robota 1020RO01 a následně bude naneseno lepidlo pomocí robota 1030RO01KL1.



Obr. 16 Díly tunelu a příčnicku

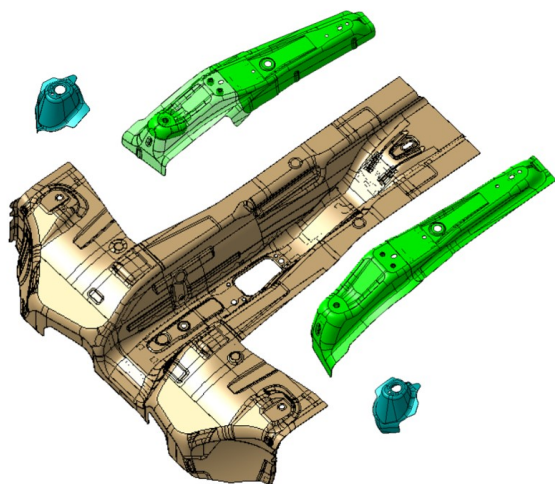
Tabulka 2 Takty operací u tunelu a příčnicku

Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1010	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Otočit robotem o 90°	2
	R01	3	Založit robotem velký díl	9
	R01	4	Otočit robotem o 90°	2
	R01	5	Dokování (zapojení)	7
	R01	6	Odpojení	7
	R01	7	Otočit robotem o 90°	2
	R01	8	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	36
	R01	9	Otočit robotem o 90°	2
	R01	10	Dokování (zapojení)	7
	R01	11	Odpojení	7
	R01	12	Otočit robotem o 90°	2
<b>Čas celkem</b>				<b>92</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1020		1	Odebrat robotem velký díl	9
		2	Založit robotem velký díl	9
	R01	3	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R01	4	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	68
<b>Čas celkem</b>				<b>89</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1030	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Otočit robotem o 90°	2
	R01	3	Pevné svařování bodu	30
	R01	4	Otočit robotem o 180°	3
	R01	5	Založit robotem velký díl	9
	R01	6	Otočit robotem o 180°	3
<b>Čas celkem</b>				<b>56</b>

## Stanice 1060

Ve stanici 1060 dochází ke kompletaci sestavy ze stanice 1000 spolu s dalšími díly, a to předními výztuhami a hrnci pro levou i pravou stranu.

Po umístění sestavy z přechází operace do zakládacího přípravku pomocí robotu 1030R01G01 dojde k umístění hrnců, které odebere robot 1050R01G01 ze zakládacího šuplíku 1040ZE01 a následně dojde k dodání předních výztuh pomocí stejného robotu ze zakládacího dopravníku 1140SB02. Poté roboty 1060R01SZ1 a 1060R01SZ1 provedou svaření všech dílů dohromady. Nato je celá sestava odebrána 1070R01G01 a přesunuta do překládacího přípravku 1080.



Obr. 17 Díly tunelu, přední výztuhy a hrnce

Tabulka 3 Takty operací u tunelu, předních výztuh a hrnce

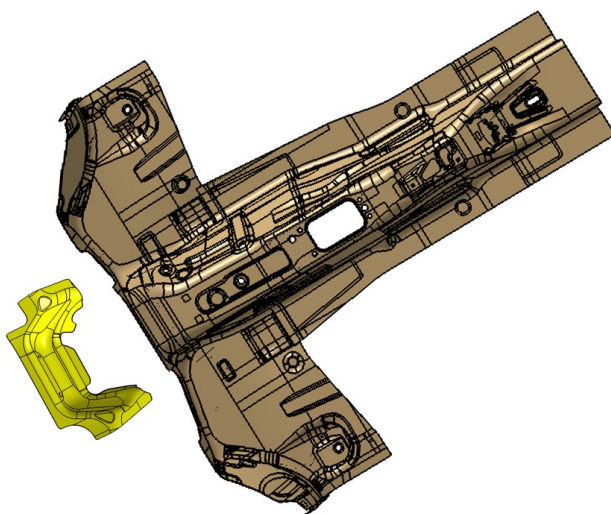
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1050	R01	1	Odebrat robotem malý/střední díl	14
	R01	2	Otočit robotem o 90°	2
	R01	3	Odebrat robotem malý/střední díl	14
	R01	4	Otočit robotem o 90°	2
	R01	5	Pevné nanášení lepidla (100m / 1,5 sec)	1,6
	R01	6	Otočit robotem o 180°	3
	R01	7	Založit robotem malý/střední díl	7
	R01	8	Otočit robotem o 90°	2
<b>Čas celkem</b>				<b>45,6</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1060	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Založit robotem velká díl	9

	R01	3	Založit robotem malý/střední díl	7
	R01	4	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R01	5	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	64
<b>Čas celkem</b>				<b>92</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1070	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Otočit robotem o 180°	3
	R01	3	Pevné svařování bodu	57
	R01	4	Založit robotem velký díl	9
	R01	5	Založit robotem malý/střední díl	7
	R01	6	Otočit robotem o 180°	3
	R01	7	Odebrat robotem malý/střední díl	3,5
	R01	8	Otočit robotem o 90°	2
<b>Čas celkem</b>				<b>93,5</b>

### Stanice 1110

Ve stanici 1110 dochází ke kompletaci sestavy ze stanice 1060 spolu s dalším dílem a to horní výztuhou.

Po umístění sestavy z překládacího přípravku 1080 do základacího přípravku 1110GEO pomocí robotu 1100R01G01 dojde k umístění horní výztuhy, kterou odebere robot 1100R01G01 se základacího šuplíku 1090ZE01/1090ZE02. Dále jsou díly k sobě svařeny pomocí 1110R01SZ01. Svařenou sestavu odebere robot 1120R01G01 a umístí do dopravníku 1040SB1.



Obr. 18 Díly tunelu a horní výztuhy

Tabulka 4 Takty operací u tunelu a horní výztuhy

Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1080	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Založit robotem velký díl	9
	R01	3	Založit robotem malý/střední díl	7
	R01	4	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R01	5	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	64
<b>Čas celkem</b>				<b>92</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1100	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Pevné svařování bodu	72
	R01	3	Založit robotem velký díl	9
	R01	4	Otočit robotem o 180°	3
<b>Čas celkem</b>				<b>93</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1120	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Pevné svařování bodu	72
	R01	3	Založit robotem velký díl	9
	R01	4	Otočit robotem o 180°	3
<b>Čas celkem</b>				<b>93</b>

### 3.7.Podlaha a prahy

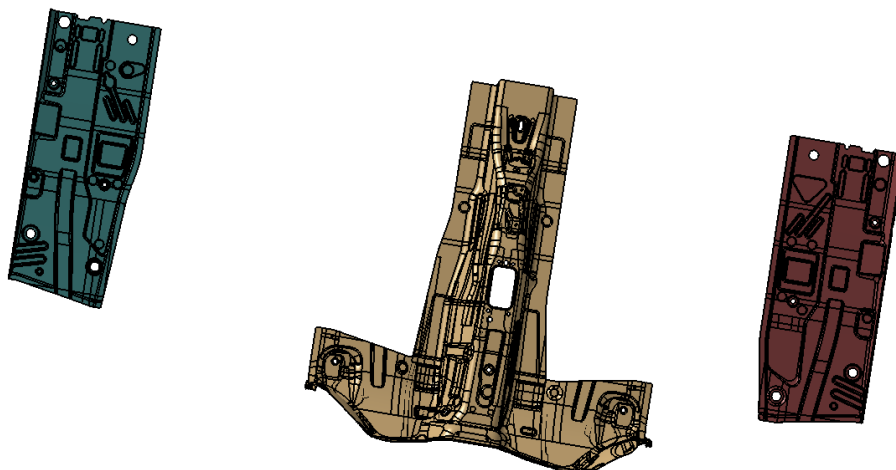
#### Stanice 1170

Stanice 1170 slouží ke složení sestavy tunelu spolu s levou a pravou podlahou.

Sestava tunelu je z první části linky dopravena pomocí dopravníku 1140SB1, z kterého je následně odebrána robotem 1160R01G01. Jako první najede k robotu s těsnícím lepidlem 1160R01KL1, který nanese těsnící lepidlo. Poté je umístěna do stanice 1170GEO, následně jsou do stanice pomoci robotu 1160R01G01 umístěny díly podlah. Díly podlah jsou odebírány z vkladací stanice 1150. Svaření plechu provedou svařovací roboty 1170R01SZ1 a 1170R01SZ2.

Svařenou sestavu odebere robot 1180R01G01 a umístí do další geostanice 1210GEO.





Obr. 19 Díl tunelu, levá a pravá podlaha

Tabulka 5 Takty operací u dílu tunelu a podlah

Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1160	R01	1	Odebrat robotem malý/střední díl	14
	R01	2	Otočit robotem o 90°	2
	R01	3	Pevné nanášení lepidla (100m / 1,5 sec)	28
	R01	4	Otočit robotem o 90°	2
	R01	5	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	6	Otočit robotem o 90°	2
	R01	7	Založit robotem velký díl	9
	R01	8	Založit robotem malý/střední díl	7
	R01	9	Otočit robotem o 90°	2
	R01	10	Odebrat robotem malý/střední díl	14
	R01	11	Otočit robotem o 90°	2
<b>Čas celkem</b>				<b>91</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1170		1	Odebrat robotem velký díl	9
		2	Založit robotem velký díl	9
		3	Založit robotem malý/střední díl	7
	R01	4	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R01	5	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	64
	R02	4	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R02	5	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	64
	R03	4	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R03	5	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	64
<b>Čas celkem</b>				<b>92</b>

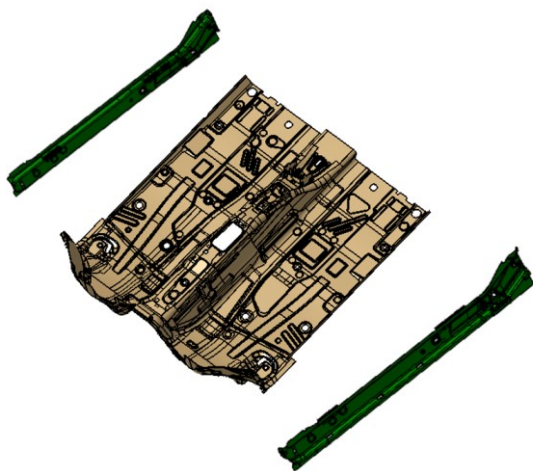


Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1180	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Otočit robotem o 180°	3
	R01	3	Pevné svařování bodu	66
	R01	4	Otočit robotem o 90°	2
	R01	5	Založit robotem velký díl	9
	R01	6	Otočit robotem o 90°	2
<b>Čas celkem</b>				<b>61</b>

### Stanice 1210

Stanice 1210 slouží ke složení sestavy podlah spolu s levou a pravou výztuhou prahu.

Do geostanice, ve které je z předchozí operace umístěna sestava podlah, jsou robotem 1200R01G01 umístěny díly výztuh levého a pravého prahu, které jsou odebírány z dopravníku 1190SB1. Následné svařování je provedeno pomocí dvou robotů 1210R01SZ1 a 1210R01SZ2. Celá sestava je odebrána 1220R01G01 a umístěna do překládacího přípravku 1230.



*Obr. 20 Díly podlahy a výztuhy prahů*

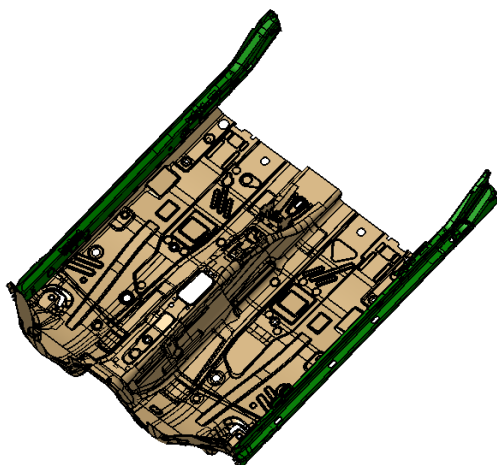
*Tabulka 6 Takty operací u podlahy a výztuh prahů*

Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1200	R01	1	Odebrat robotem velký díl	18
	R01	2	Otočit robotem o 180°	3
	R01	3	Pevné nanášení lepidla (100m / 1,5 sec)	28
	R01	4	Založit robotem velký díl	9
	R01	5	Otočit robotem o 180°	3
<b>Čas celkem</b>				<b>61</b>

Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1210		1	Odebrat robotem velký díl	9
		2	Založit robotem velký díl	9
		3	Založit robotem velký díl	18
	R01	4	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R01	5	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	52
	R02	4	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R02	5	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	52
	R03	4	Najet z přípravku na díl robotem	3
	R03	5	Svařovací doba GEO bodu robotem (složitý díl)	52
<b>Čas celkem</b>				<b>91</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1220	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Otočit robotem o 90°	2
	R01	3	Pevné svařování bodu	66
	R01	4	Otočit robotem o 90°	2
	R01	5	Založit robotem velký díl	9
	R01	6	Otočit robotem o 180°	3
<b>Čas celkem</b>				<b>91</b>
Stanice	Robot	Číslo operace	Operace	Takt [s]
1240	R01	1	Odebrat robotem velký díl	9
	R01	2	Otočit robotem o 90°	2
	R01	3	Pevné svařování bodu	69
	R01	4	Otočit robotem o 90°	2
	R01	5	Založit robotem velký díl	9
	R01	6	Otočit robotem o 90°	2
<b>Čas celkem</b>				<b>93</b>

### Stanice 1230

Než je sestava podlahy umístěna do stanice, robot 1220R01G01 najede nejprve ke stacionárním svařovacím kleštím 1220R0SZ1, kde proběhne dovárka. Poté je umístěna do stanice 1230, odkud je odebrána robotem 1240R01G01, který provede dovárku u stacionárních kleští 1240R01SZ1. Následuje umístění na dopravník 1260SB1, pomocí kterého je podsestava přesunuta do další části svařovny. V případě, že by došlo k poruše dopravníku, je možnost podsestavu vložit do stanice 1250. Tato stanice slouží k výběru podsestav z linky. Poté může být provedena případná kontrola nebo přesun.



*Obr. 21 Výsledný svařenec podlahy*

### **3.8. Využití stanic linky**

*Tabulka 7 Využití stanic linky*

Stanice	Takt [s]	Využití [%]
1010	92	97
1020	89	93
1030	56	59
1050	46	48
1060	92	97
1070	93,5	98
1080	92	97
1100	93	98
1120	93	98
1160	91	96
1170	92	97
1180	61	64
1200	61	64
1210	91	96
1220	91	96
1240	93	98

## 4. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat návrh svařovací linky pro přední podlahu automobilu.

Bakalářská práce je dělena na několik kapitol, přičemž v první kapitole jsou zmíněny především teoretická východiska k dané problematice. Jsou zde zmíněny typy výrob, se kterými se můžeme setkat, jejich uspořádání, dále tahový a tlakový systém výroby, logistická technologie Just in Time, Kanban, kapacitní propočty 5S, ergonomie a montáž s jejím rozdělením.

Druhá kapitola se zabývá analýzou současného stavu. Je zde představena firma, ve které je práce zpracovávána. Jelikož se jedná o dodavatelskou firmu, která linku staví pro zákazníka, je zde také zobrazen zákaznický koncept svařovací linky, který je dále rozveden. Kapitola také obsahuje rozpad sestavy přední podlahy, popis jednotlivých dílů v lince a technologie, které se běžně vyskytují ve svařovnách automobilek.

V třetí části je proveden výpočet taktu linky, z kterého následně budeme vycházet při návrhu samotné linky. Podrobněji je zde popsáno řešení konkrétních elementů v lince, např. přeprava plechu mezi jednotlivými částmi linky, zakládání plechu do linky a manipulátor, jež slouží k manipulaci mezi jednotlivými stanicemi. Dále se kapitola zabývá popisem jednotlivých stanic nově navržené linky. U stanic jsou v tabulkách zobrazeny jednotlivé operace, které jsou vykonávány a jejich časová náročnost. Na závěr je ještě uvedeno využití jednotlivých stanic.

## Seznam použité literatury

- [1] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. Fakulta strojní VŠB - TUO: Fakulta strojní VŠB - TUO, 2012. ISBN 978-80-248-2775-9.
- [2] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I*. Vydání třetí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
- [3] Kanban. IPA Czech [online]. IPA Czech, 2007 [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/kanban>
- [4] Rozdíl mezi tlakovým a tahovým systémem řízení výroby. In: IPA Czech [online]. 2007 [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/UserFiles/Image/SK/Kanban/3.jpg>
- [5] TUČEK, D., BOBÁK, R. *Výrobní systémy*. Zlín: UTB Zlín, FaME Zlín. 2006. ISBN 80-7318-381-1.
- [6] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů – Technologické projekty I*. 3. vydání. Brno: VUT, 1999. ISBN 80-214-1472-3`
- [7] BURIETA, Ján. 5S, 6S, nebo dokonce 7S. Svět produktivity [online]. 2012 [cit. 2018-11-07]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/>
- [8] SMED. IPA Czech [online]. IPA Czech, 2007 [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/smed>
- [9] PETRŮ, Jana a Robert ČEP. *Týmová cvičení z předmětu montážní práce a automatizace montážních prací*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava: Fakulta strojní VŠB-TUO, 2011. ISBN 978-80-248-2707-0.

## Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1 Předmětné uspořádání výroby [2] .....	11
Obr. 2 Technologické uspořádání výroby [2] .....	12
Obr. 3 Buňkové uspořádání výroby [2] .....	12
Obr. 4 Schéma tlakového a tahového systému.[4] .....	13
Obr. 5 Rozdělení montážních činností [9] .....	23
Obr. 6 Organizační struktura společnosti .....	24
Obr. 7 Umístění výrobní linky ve výrobní hale .....	25
Obr. 8 Rozdělení linky na jednotlivé části .....	25
Obr. 9 Koncept od zákazníka .....	27
Obr. 10 Popis jednotlivých částí podlahy .....	28
Obr. 11 Typická robotická stanice .....	29
Obr. 12 Linka podlahy .....	32
Obr. 13 Řetězový dopravník .....	33
Obr. 14 Šuplík pro zakládání malých dílů .....	34
Obr. 15 Manipulátor .....	35
Obr. 16 Díly tunelu a příčnicku .....	36
Obr. 17 Díly tunelu, přední výztuhy a hrnce .....	37
Obr. 18 Díly tunelu a horní výztuhy .....	38
Obr. 19 Díl tunelu, levá a pravá podlaha .....	40
Obr. 20 Díly podlahy a výztuhy prahů .....	41
Obr. 21 Výsledný svařenec podlahy .....	43
Tabulka 1 Kroky metody 5S [7] .....	17
Tabulka 2 Takty operací u tunelu a příčnicku .....	36
Tabulka 3 Takty operací u tunelu, předních výztuh a hrnce .....	37
Tabulka 4 Takty operací u tunelu a horní výztuhy .....	39
Tabulka 5 Takty operací u dílu tunelu a podlah .....	40
Tabulka 6 Takty operací u podlahy a výztuh prahů .....	41
Tabulka 7 Využití stanic linky .....	43

## **Seznam příloh**

Příloha A

Časový diagram stanic 1000 - 1140

Příloha B

Časový diagram stanic 1160 - 1240

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval paní vedoucí mé bakalářské práce Ing. Barbaře Hlavaté za její cenné rady, přístup k vedení práce a za její trpělivost.

Dále bych rád poděkoval kolegům ve firmě za rady, které mi udělili, vysvětlení všech důležitých problematik souvisejících s touto prací a jejich kladný přístup.

Na závěr také děkuji firmě Chropyňská strojírna, a.s. za poskytnutí možnosti vypracování závěrečné práce.